

## TEMPERATURA SUPERFICIAL DE TELHAS DE FIBROCIMENTO INSTALADAS EM CAMADAS DUPLAS EM DIFERENTES PERÍODOS DO ANO

**KARINA RABELO FONSECA<sup>1</sup>, KEDINNA DIAS DE SOUSA<sup>2</sup>, LAÍS MEDEIROS CINTRA<sup>3</sup>, FRANK FREIRE CAPUCHINHO<sup>4</sup>, PATRÍCIA C. DE FRANÇA FONSECA<sup>5</sup>, EDUARDO A. DE ALMEIDA<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Engenheira Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, (62) 9 8475-7146, karerabelo@hotmail.com

<sup>2</sup> Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, (62) 9 9319-0869, kedinnads@hotmail.com

<sup>3</sup> Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, (62) 9 8279-3454, lais.medeiрос@hotmail.com

<sup>4</sup> Engenheiro Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, (62) 9 8428-8085, frankfreirec@gmail.com

<sup>5</sup> Mestre em Engenharia Agrícola, Docente Universidade Estadual de Goiás - UEG, patriciafranca\_engagri@hotmail.com

<sup>6</sup> Engenheiro Agrícola, Prof. Doutor, Depto. de Zootecnia, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), Xingurá-Pará, eduardo.alves@unifesspa.edu.br

Apresentado no  
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019  
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

**RESUMO:** Em construções rurais, a cobertura apresenta grande relevância na manutenção do ambiente térmico. O presente estudo foi conduzido na Universidade Estadual de Goiás (UEG), com o objetivo de avaliar a eficiência de telhas de fibrocimento em camadas simples e duplas, com diferentes espaçamentos entre camadas (1, 3 e 5 cm), em dois períodos do ano (seco e chuvoso). O estudo foi composto por 4 tratamentos (coberturas), adotando-se como repetição os dias de coleta. Para a coleta da Temperatura da Superfície Interna (TSI) das telhas foram instalados sensores na parte inferior de cada cobertura, sendo coletados os valores de TSI entre as 08:00h e as 16:00h. Os dados foram analisados pelo software Sisvar<sup>®</sup>, realizando-se análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância. O comportamento da TSI foi semelhante nos dois períodos do ano estudados, observando-se decréscimo significativo na TSI de acordo com o aumento do espaçamento entre as camadas da cobertura, verificando-se os valores mais elevados de TSI no tratamento com cobertura em camada simples. Conclui-se que a instalação da telha de fibrocimento em camada dupla é um artifício eficaz na redução da TSI da cobertura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Telha, Ambiência, Eficiência térmica.

## INTERNAL SURFACE TEMPERATURE OF FIBROCIMENT TILES WITH DOUBLE LAYERS IN DIFFERENT PERIODS OF THE YEAR

**ABSTRACT:** In rural constructions, the roof has great relevance in the maintenance of the thermal environment. The present study was conducted at the Goiás State University (UEG) with the objective of evaluating the efficiency of single and double layers of fiber cement tiles with different spacing between layers (1, 2 and 3 cm) in two periods of the year (dry and rainy). The study was composed of 4 treatments (coverage), adopting as a repetition the days of collection. For the collection of the Internal Surface Temperature (IST) of the roofs, sensors were installed at the inner face of each roof, being the IST values were collected between 08:00 and 16:00. Data were analyzed by Sisvar<sup>®</sup> software, through analysis of variance and Tukey's test at 5% significance. The behavior of IST was similar at the two studied periods of the year, with a significant decrease in IST according to the increase in the spacing between the layers of the cover, with the highest values of IST being observed in the

treatment with single layer coverage. It is concluded that the installation of the double-layer fibercement tile is an effective artifact in reducing the cover IST.

**KEYWORDS:** Tiles, Ambience, Thermal efficiency.

**INTRODUÇÃO:** Em construções rurais, o ambiente térmico é fortemente influenciado pela cobertura, sendo essa responsável por interceptar grande parte da energia proveniente da radiação solar, podendo aumentar os ganhos térmicos e, conseqüentemente, elevar a temperatura interna da instalação (MICHELS, 2007). Para Sampaio et al. (2011), em áreas não sombreadas as variações de temperatura tendem a acompanhar o clima local, enquanto no interior das instalações a cobertura ameniza as variações, não permitindo que a flutuação térmica ocorra de forma abrupta. Diversas características do telhado podem influenciar no ambiente térmico de uma instalação, entre elas o material constituinte das telhas, sua natureza superficial e a existência e efetividade de isolantes térmicos e forros (DAMASCENO, 2008; CONCEIÇÃO et al., 2008). Para Baêta e Souza (2010), a utilização de diferentes materiais de cobertura (sombrite, fibrocimento, etc.) são capazes de promover uma diminuição de até 30% na carga térmica de radiação quando comparada ao ambiente sem proteção.

De acordo com Caneppele et. al. (2013), a telha tipo sanduíche é capaz de proporcionar um ambiente térmico mais favorável devido a maior capacidade térmica da cobertura. Almeida et.al. (2018) ao estudarem o efeito da instalação de coberturas metálicas e de fibrocimento em camadas simples e duplas, verificaram maior eficiência das coberturas quando instaladas em camadas duplas, sendo que o maior espaçamento entre camadas (5cm) promoveu os menores valores de temperaturas superficiais entre os tratamentos estudados. Tendo em vista o apresentado, conduziu-se um estudo com o objetivo de avaliar a eficiência da instalação de coberturas em camadas duplas em diferentes épocas do ano.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Universitário de Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET), Anápolis – GO. O município encontra-se na latitude 16° 22' 56,76''S e longitude 48o 56' 45,46''W, estando a cerca de 1.017 m de altitude. A classificação climática do local, segundo Köppen, é Awa, descrito como tropical de estiagem no inverno, com estação seca definida (abril a setembro) e concentração das chuvas nos meses de verão (outubro a março).

Foi utilizada a cobertura de fibrocimento, com dimensão comercial de 6mm, instalada em camadas simples e duplas, com diferentes espaçamentos entre camadas duplas (1, 3 e 5cm), colocados sobre protótipos, constituídos de isopor com dimensões internas 340 mm de altura; 741 mm de comprimento; 553 mm de largura e 100 mm de espessura, sendo que para a minimização das interferências dos ventos, os espaços deixados pela telha sobre a caixa de isopor foram vedados com espuma e os protótipos foram fixados em um terreno livre de sombreamento, fixados em placas de cimento, a uma altura de 0,05m do solo.

No total foram utilizados quatro tratamentos (Tabela 1), e como repetição foi adotado os dias de coleta totalizando 20 repetições para cada tratamento.

TABELA 1. Esquema dos tratamentos experimentais.

FS	Fibrocimento Simples (Camada simples)
FD1	Fibrocimento com espaçamento de 1cm entre camadas (Camada dupla)
FD3	Fibrocimento com espaçamento de 3cm entre camadas (Camada dupla)
FD5	Fibrocimento com espaçamento de 5cm entre camadas (Camada dupla)

Para a obtenção dos dados de Temperatura da Superfície Interna (TSI) e Temperatura do ambiente (TA) em cada um dos protótipos utilizou-se 01 sensor de temperatura, acoplado abaixo da telha e isolado com uma placa de isopor de 60x60 mm e 12mm de espessura e um termohigrômetro instalado no centro geométrico do protótipo. A leitura dos dados foi realizada no horário das 8h, 10h, 12h, 14h e 16h, entre os dias 06 e 31 de março de 2017, através do sistema de aquisição de dados, utilizando um Datalogger.

Utilizou-se o Sisvar, para análise, com medidas repetidas no tempo, considerando os horários de medição para cada dia avaliado, sendo realizada análise de variância e teste de Tukey para a comparação de médias, a 5% de significância.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Foram observados valores de TSI significativamente menores no início e final do dia, com valores máximos às 14h (Tabela 2).

TABELA 2. Médias de Temperatura da Superfície Interna (TSI) nos diferentes horários estudados, no período seco e chuvoso.

	Horário				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
TSI (°C) SECO	20,89 aA	30,45 bA	34,13 dA	36,15 eA	31,52 cA
TSI (°C) CHUVOSO	22,35 aB	31,57 bB	35,45 dB	36,58 eA	31,83 cA

\*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação aos tratamentos estudados, foram observados valores de TSI significativamente superiores no tratamento onde se utilizou telha de fibrocimento em camada simples (36,15°C período seco e 36,58°C no período chuvoso) e menores valores de TSI nos tratamentos onde foram instaladas as coberturas em camadas duplas, sendo verificados os menores valores para o tratamento com 5cm de espaçamento entre camadas (20,89°C no período seco e 22,35°C no período chuvoso (Tabela 3). Os tratamentos FD1, FD3 e FD5 diferiram-se quando comparados entre os diferentes períodos do ano (seco e chuvoso), tendo o período seco apresentado melhor desempenho.

TABELA 3. Médias de Temperatura da Superfície Interna (TSI) nos diferentes tratamentos estudados, no período seco e chuvoso.

	Cobertura			
	FS	FD1	FD3	FD5
TSI (°C) SECO	36,15 dA	34,13 cA	30,45 bA	20,89 aA
TSI (°C) CHUVOSO	36,58 dA	35,45 cB	31,57 bB	22,35 aB

\*Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando-se as médias horárias para os diferentes tratamentos, verificou-se que houve diferença significativa a partir das 10:00h ( $p < 0,01$ ) (Figura 1), onde a cobertura em camada simples apresentou os maiores valores de TSI quando comparada aos tratamentos onde as telhas foram instaladas em camadas duplas, observando-se às 14h (horário crítico) TSI igual a 43,0°C (período seco) e 44,8°C (período chuvoso) para a telha em camada simples, contra 33,0°C (período seco) e 32,5°C (período chuvoso) para a telha em camada dupla com 5 cm de espaçamento. A redução observada entre as médias de TSI para camada simples (tratamento com pior desempenho) e FD5 (melhor desempenho) é próximo a 25%, o que demonstra a efetividade desse tipo de artifício na redução da TSI independente do período do ano estudado. O melhor desempenho de telhas em camadas duplas foi observado também por Almeida et.al. (2018), que verificaram valores de TSI significativamente inferiores no

tratamento onde adotou-se 5 cm de espaçamento entre camadas duplas em relação ao tratamento em que utilizou-se a cobertura em camada simples. Abreu et.al. (2011) ressaltam que a redução da TSI está diretamente ligada a redução da temperatura do ar no interior da instalação, podendo promover um melhor ambiente térmico quando comparada a ambientes onde o material da cobertura apresenta elevado TSI.

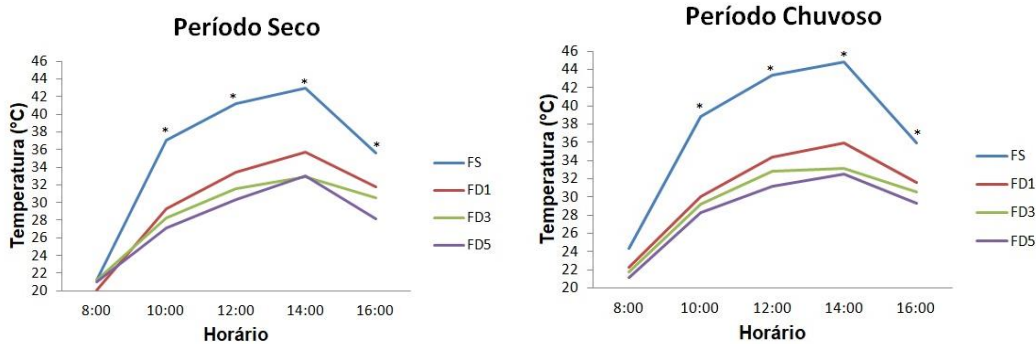


FIGURA 1. Variação da Temperatura da Superfície Interna (TSI) nos diferentes horários e tratamentos estudados, no período seco e chuvoso.

**CONCLUSÕES:** A instalação da cobertura em camadas duplas promoveu uma maior eficiência na redução da TSI quando comparada a instalação em camada simples, sendo que o espaçamento de 5cm apresentou os menores valores de TSI no período seco e chuvoso.

#### REFERÊNCIAS:

- ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N.; COLDEBELLA, A.; LOPES, L.S.; CONCEIÇÃO, V.; TOMAZELLI, I.L. Análise termográfica da temperatura superficial de telhas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.1193-1198, 2011.
- ALMEIDA, E. A.; SOUZA, F.A.; FURLAN, R.L.; TURCO, J.E.P.; MILANI, A.P. Thermal behavior of metallic and fiber cement tiles with simple and double layers. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 6, p. 72-76, 2018.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais– Conforto animal**. 2º Edição. Editora UFV, 2010. 269 p.
- CANEPPELE, L.B.; NOGUEIRA, M.C.J.A.; VASCONCELLOS, A.B. Avaliação da eficiência energética e custo benefício no uso de coberturas metálicas em supermercados empregando o software energyplus. **Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**, v.9, n.9, p.1971-1979, 2013.
- CONCEIÇÃO, M.N. Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagens. 2008, 138 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – **Universidade de São Paulo**, Piracicaba, 2008.
- DAMASCENO, F. A. Avaliação de Telhas Ecológicas e sua Influência no Ambiente Térmico de Modelos Físicos de Galpões Avícolas. 2008. Monografia (Especialista em Gestão e Manejo Ambiental na Agroindústria – Pós-Graduação Lato Sensu) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- MICHELS, C. Análise da transferência de calor em coberturas com barreiras radiantes. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina. 2007.
- SAMPAIO, C.A.P.; CARDOSO, C.O.; SOUZA, G.P. Temperaturas superficiais de telhas e sua relação com o ambiente térmico. **Engenharia Agrícola** v.31, p. 230-236, 2011.